УДК 621.313

**Микрогидроэлектростанция для малых рек**

**Загрядцкий В.И., Кобяков Е.Т.**

*Россия, г. Орел, ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»*

*В статье рассмотрены некоторые вопросы освоения малых и самых малых рек для электроснабжения небольших потребителей.*

*Ключевые слова: энергия, генератор, турбина*

*In article some questions of development of the small and smallest rivers for an electrical supply of small consumers are considered.*

*Keywords:* *energy, generator, turbine*

Микрогидроэлектростанции (МкГЭС) относятся к области малой гидроэнергетики. Они находят применение в качестве стационарных или мобильных автономных установок для получения электрической энергии в непосредственной близости от маломощных потребителей: мелких хозяйств, мастерских, коттеджей, дачных поселков и т.д. В настоящее время их разработке и применению уделяется большое внимание за рубежом и в меньшей степени в России. Однако недостаточно уделяется внимание МкГЭС для малых и самых малых рек с низкой скоростью течения воды..

По данным государственного гидрологического института в России насчитывается более 2,5 миллионов рек, в том числе 146697 малых рек и 281287 самых малых рек длиной от 0,5 до 10 км. Несмотря на то, что малые и самые малые реки обладают значительным потенциалом возобновляемой энергии, использование ее сталкивается со значительными трудностями.

В таблице 1 приведены данные по глубине и скорости течения некоторых рек России.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Географическое место | Название реки | Ширина реки, м | Глубина реки, м | Скорость течения, м/с |
| Республика Марий Эл | Атлашка | 1,2…12 | 0,3…0,6 | 0,14 |
| Орловская обл. | Навля | 6…15 | 0,5…2 | 0,2…0,5 |
| Орловская обл. | Зуша (под Мценском) | 40…80 | 2 | 0,5…0,8 |
| Орловская обл. | Нерусса | 15…45 | 1,5…2 | 0,4 |
| Орловская обл. | Сосна | 40…60 | 1…2 | 0,2…0,8 |
| Московская обл. | Гжелка | 6…31 | 0,8…3 | 0,06…0,14 |
| Ленинградская обл. | Оредеж | 15…40 | 0,5…2 | 0,1…0,6 |
| Тульская обл. | Красивая Меча | 40…100 | 0,5…3 | 0,2 |
| Тульская обл. | Снежедь | 1…40 | 0,2…5 | 0,3…0.5 |

Из таблицы следует, что указанные реки имеют небольшую глубину и малую скорость течения.

Приведенные данные относятся, в основном, к равнинным рекам. Небольшие полугорные реки имеют среднюю скорость течения 1 м/с, малые горные реки - 1,5 м/с. В период половодья скорости равнинных, полугорных и горных рек увеличиваются. Так средняя скорость равнинных рек возрастает до 1,5 м/с, а горных рек - до 5 м/с.

Трудности освоения энергетического потенциала вышеуказанных и подобных им водных источников связаны не только с низкими скоростями течения, но также со следующими негативными факторами:

- обмеление рек в засушливые годы;

- сезонные изменения стока;

- замерзание (вплоть до промерзания) рек зимой и т.п.

На ряде рек осуществляется малотоннажное судоходство. Указанные обстоятельства создают большие трудности в размещении МкГЭС в свободном потоке воды.

Рассмотрим в свете этих особенностей некоторые существующие или предлагаемые конструкции МкГЭС для малых и самых малых рек.

По пространственной ориентации МкГЭС бывают с вертикальной, горизонтальной и наклонной гидравлической турбиной.

МкГЭС с вертикальной гидравлической турбиной  - это установленное в русле сооружение, состоящее из фундаментной плиты, боковых стен и перекрытия на котором установлены мультипликатор и электрический генератор. Генератор расположен над местом установки рабочего колеса турбины.

Другой вариант вертикальной МкГЭС приведен в . Генератор станции установлен на суше и приводится в движение турбиной посредством применения вертикального и горизонтального валов с использованием конической передачи.

Применение вертикальных МкГЭС для малых рек глубиной до 1… 2 м и особенно для самых малых рек с меньшей глубиной является проблематичным из-за их сравнительно больших аксиальных размеров, включающих длины турбины, мультипликатора (ременную или цепную передачи, валы и т.д.) и генератора.

МкГЭС с горизонтальной гидравлической турбиной делятся на две группы.

В первой группе ось  турбины располагается по ходу течения реки. Установка содержит генератор, расположенный ниже уровня воды в герметичном корпусе, и мультипликатор, связывающий вал генератора с горизонтальной осью вращения турбины.

Вторая группа выполняется с турбиной, ось вращения которой располагается перпендикулярно или под углом по отношению к течению реки. В погружной свободнопоточной МкГЭС  горизонтальная ось вращения турбины направлена поперек течения. Вал турбины непосредственно соединен с валом герметизированного низкоскоростного электрогенератора. Все устройство закреплено на неподвижной раме, установленной на дне реки.

В  предложена установка для использования энергии потока воды, установленная на заякоренном наплавном устройстве. Плоскодонный плавучий корпус содержит полости вдоль бортов, в которых на горизонтальных валах закреплены лопастные колеса, кинематически связанные с электрогенератором. Использование МкГЭС данной группы на малых реках может явиться помехой для малотоннажного судоходства.

Анализ известных и приведенных в статье конструкции бесплотинных свободнопоточных МкГЭС для рек со средним течением до 0,15…0,2 м/с позволяет сформулировать следующие для них требования:

- МкГЭС должна быть выполнена моноблочной удлиненной формы с малым наружным диаметром, который диктуется небольшой глубиной малых и самой малых рек. Малый диаметр способствует снижению потерь вращающихся частей станции о воду.

- ось турбины и, следовательно, станции, должна располагаться вдоль, а не поперек течения реки, с целью устранения помех для судоходства.

- МкГЭС должна располагаться непосредственно в реке без использования наплавных средств: плотов, лодок, катамаранов.

- МкГЭС должна работать круглогодично (в случае отсутствия полного промерзания реки).

- во время половодья станция должна поддерживать приемлемый уровень частоты и напряжения.

- конструкция МкГЭС должна быть полностью электробезопасной.

Главное требование, которое при проектировании накладывается на турбину и генератор МкГЭС - обеспечение необходимой частоты вращения. Она должна быть как можно большей. С увеличением частоты вращения габариты турбины и генератора уменьшаются. Для увеличения частоты вращения рабочего колеса турбины следует стремиться к увеличению скорости потока жидкости, воздействующего на его лопасти. При выполнении генератора число пар полюсов целесообразно принимать возможно меньшим.

В  показано, что при скорости течения реки 1,8…3,5 м/с тихоходный полупогруженный в реку герметичный генератор может быть выполнен на частоту вращения 93,75±2 мин-1. Генератор выполняется многополюсным, вал генератора соединяется с валом ортогональной турбины непосредственно.

Если скорость течения реки 0,15…0,5 м/с, то выполнить электрический генератор с непосредственным соединением с тихоходной турбиной не представляется возможным. Стремление использовать высокооборотные и более дешевые генераторы, по мнению авторов, можно путем применения в конструкции станции мультипликатора с передаточным отношением 1:8…1:16 между тихоходной турбиной и генератором. В этом случае генератор может быть выполнен на частоты вращения 250…500 мин-1.

На взгляд авторов наиболее перспективной конструкцией МкГЭС является конструкция моноблочной погружной станции с горизонтальной осью вращения пропеллерной турбины, расположенной по течению реки. В этом случае генератор располагается под уровнем воды. Выполнение генератора герметичным или в герметичной оболочке с сухой обмоткой является не вполне обоснованным. Он должны иметь надежные уплотнения от проникновения речной воды внутрь машины. Со временем уплотнения нарушаются, и вода может попасть внутрь генератора. Полумокрые генераторы имеют сухую обмотку, а внутренняя полость генератора с обмоткой герметично изолируется с помощью вставленной в расточку статора тонкостенной гильзы. Применение гильзы, из-за наличия в ней потерь, ухудшает показатели генератора.

В Орловском Государственном университете – УНПК ведутся работы по созданию моноблочной свободнопоточной МкГЭС для мелких рек с низкой скоростью течения. За основу взята горизонтальная конструктивная схема. В едином базовом корпусе агрегата размещены последовательно основные узлы МкГЭС : гидромеханический преобразователь, включающий подводящую камеру; многоканальный направляющий аппарат и рабочее колесо гидравлической турбины пропеллерного типа, как наиболее быстроходной; мультипликатор, представляющий собой эпициклический планетарный механизм, составленный из зубчатых колес и трехфазный синхронный генератор.

Передача вращения от рабочего колеса гидротурбины к ротору электрогенератора осуществляется через посредство мультипликатора, позволяющего достаточно просто увеличить частоту вращения ротора генератора до необходимого значения.

В МкГЭС применяется погружной водонаполненный синхронный генератор. Его основная конструктивная особенность – удлиненная форма при уменьшенном наружном диаметре, это диктуется малой глубиной водного источника.

Генератор выполняется обращенным цилиндрической конструкции. Обмотка якоря расположена в пазах неподвижного статора, а постоянные магниты - на внутренней поверхности вращающегося ротора. Для водонаполненного генератора необходима обмотка из специального провода, например ПВДП с двойной полиэтиленовой изоляцией.

Наличие механических примесей, загрязненность воды вызывает необходимость защиты его внутренней полости, поэтому она заполнена чистой водой. Генератор не боится попадания речной воды внутрь, т.к. плотность воды в реке и во внутренней полости генератора одинаковы и внешнее давление реки уравновешивается давлением воды внутри генератора. Так как МкГЭС может работать в воде с различными химическими примесями, возникает необходимость принятия мер по уменьшению или устранению коррозии.

Проточная речная вода омывает наружную поверхность корпуса генератора, интенсивно его охлаждая.

Предложенная конструкция МкГЭС позволяет применять ее в водных потоках с относительно небольшой скоростью течения воды. Она отличается простотой конструкции, компактностью, надежностью и долговечностью. На ее базе могут быть созданы электроэнергетические агрегаты широкого назначения и различных типоразмеров.

Вывод: Необходима государственная программа по развитию малой гидроэнергетики, направленная на освоение энергетического потенциала низкоскоростных маловодных источников.

Список литературы

1. Пат. 2171910 Российской Федерации, МПК7 С1 F03B 13/00, F03B7/00 Гидроэлектростанция [Текст]/Толмачев В.Н., Боровиков С.Н., Савчук А.Д., Лесина. Заявитель: Военный инженерно-технический университет. Заявка: 21.02.2000. Опубликовано: 10.08.2001. – 5с.; ил.
2. Пат.2256092 Российской Федерации, МПК7 С2 F03B 13/00, 17/06 Гидроагрегат для преобразования кинетической энергии потока воды в электрическую [Текст]/ Хузин Р.Р., Закиев Г.З., Шаяхметов Ш.К., Шаяхметов А.Ш. Заявитель: ОАО «Иделойл» Заявка: 16.09.2003. Опубликовано: 10.07.2005. Бюл. №19. – 7с., ил.
3. Пат. 2324068, Российской Федерации, МПК С2 F03B 17/06, F03B 13/00 Автономная водопогруженная свободнопоточная микрогидроэлектростанция [Текст] /Улановский Я.Б., Карпов А.Б.. Кашфразиев Ю.Ф. Заявитель: Общество «Стройинжинеринг» Заявка: 22.06.2006. Опубликовано: 10.05.2008 Бюл.№13 – 6с., ил.
4. Пат. 2247859 Российской Федерации, МПК7 С1 F03B 13/00 Погружная свободнопоточная микрогидроэлектростанция [Текст]/ /Головин М.П., Встовский А.П., Головина Л.Н. и др. Заявитель: Красноярский государственный технический университет. Заявка: 15.09.2003. Опубликовано: 10.03.2005. Бюл.№7. – 5с.; ил.
5. Пат. 1624198 SU А1 F03B 17/06, Установка для использования энергии потока воды «Тунгуска» [Текст]/ Пикуль В.Н. 1987. Заявка: 28.09.88. Опубликовано: 30.01.91. – 2с.; ил.
6. Инновации бизнесу. Организация серийного производства возобновляемых источников электроснабжения. http//www.ideasandmoney.ru/Ppt/Detail/297397, 2012 г.

**Загрядцкий Владимир Иванович**, д.т.н., профессор кафедры»Электрооборудование и энергосбережение» Государственный университет – УНПК. 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29.

**Кобяков Евгений Тихонович**, к.т.н. профессор кафедры «Динамика и прочность машин» Государственный университет – УНПК. 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29.